

Лабораторная заметка Laboratoriums-Notiz

Группа модели

№ П 120

Тема: Компенсация индуктивных токов комбинацией из сопротивления
Thema: Kompensation induktiver Ströme durch R -Glieder и емкости.

Автор: Геккер - Ферстер
Verfasser: Hecker - Förster

Число страниц текста 8
Anzahl der Textblätter 3

Число приложений 5
Anzahl der Beilagen 5

Число фото

Дата 31.1.49г.

Anzahl der Fotos

Datum 31.1.1949

Краткое содержание

Kurze Inhaltsangabe

Die Leerlaufinduktivität von Wählern bzw. Transformatoren erschwert eine formgetreue Übertragung von nichtlinearförmigen Strömen bzw. Spannungen. Sie läßt sich durch Parallelschaltung einer Kombination aus Kapazität und Ohm'schem Widerstand kompensieren. Die Notiz enthält die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen als Ergänzung für rechnerische, die in einem abstrakten Bericht niedergelegt werden.

Индуктивность измерительных трансформаторов или трансформаторов в общем при холостом ходе усложняет свободную от искажений передачу несинусоидальных токов или напряжений.

Передачу возможно скомпенсировать посредством параллельного включения комбинации из емкости и омического сопротивления. Лаб. заметка содержит результаты экспериментальных исследований как дополнение к расчету который освещается в особом отчете.

Печатал: Рогге

Проверял: Ферстер

Автор: Геккер/Ферстер

Geschrieben: Rögge

Durchsicht: Förster

Verfasser: Hecker/Förster

Руководитель темы:

L a b o r - N o t i z N r. 123Beitr. Kompensation induktiver Ströme durch RC-Glieder.

Auf den störenden Einfluss des Magnetisierungsstromes bei Stromwandlern bzw. Transformatoren ist bereits an anderer Stelle (Bericht Nr. 931 "Konstantstromregler und Kurzschlussventil") eingegangen worden. Zur allgemeinen Behandlung dieses Problems sind rechnerische Untersuchungen angestellt worden, die in einem späteren Bericht niedergelegt werden sollen. Um die Überlegungen zu bestätigen, sind einige Versuche gemacht worden, deren Ergebnisse in der folgenden Labor-Notiz festgehalten werden sollen.

Da eine rechteckförmige Spannung bzw. ein rechteckförmiger Strom neben der Grundfrequenz eine ganze Reihe von höheren Frequenzen enthält und die formgetreue Übertragung von fast rechteckförmigen Strömen für Messzwecke in der Stromrichtertechnik öfters benötigt wird, sind die Untersuchungen mit solcher Kurvenform vorgenommen worden, und zwar wurden Spannungsböcke mit einer Länge von 180 und 120 elektrischen Graden unter Verwendung eines Glimmstreckenstabilisators gemäß Abb. 2 erzeugt.

Als Nachbildung für die Leerlaufinduktivität eines Transformators bzw. Wändlers wurde eine Drosselspule L in Reihe mit einem Ohm'schen Widerstand R_1 an diese Spannungen gelegt. Um den Verformungs- bzw. Kompensationseffekt besonders deutlich zu zeigen, wurde der Ohm'sche Widerstand R_1 verhältnismäßig groß gegenüber dem induktiven Grundwellenwiderstand gewählt. Es ist daher R_1 etwa gleich $3 \omega L$. Bei einer Stabilisatorspannung von 200 V ergibt sich daher angenähert für $L = 30$ Hy und $R_1 = 3 \cdot 100 \pi \cdot 30 = 30$ kOhm. Es wurde eine Drossel verwendet, deren Induktivität L bei verschiedenem Magnetisierungsstrom angenähert konstant blieb. Den Verlauf dieser Gürler-Drossel D 528 zeigt Abb. 1.

Ohne RC-Glied ergibt sich über L eine verzerrte Spannung, wie sie in Oss. 09 und 10 (Kurve 2) dargestellt ist. Es ist außerdem die Originalspannung (Kurve 1), gemessen an den Stabilisatoren, mit aufgenommen. Wird ein RC-Glied zu der Induktivität gemäß Abb. 2 parallelgeschaltet, so läßt sich bei entsprechender Dimension von R und C eine vollständige Kompensation der Verzerrung erreichen, wie das aus Oss. 05...07 bzw. 11 zu ersehen ist. Die Empfindlichkeit des Oszillographenstrahles 2 wurde

hierbei so verändert, daß die Ablenkung etwa die gleiche war wie bei Strahl 1. Auf diese Weise ist ein guter Vergleich der Originalspannung über den Stabilisatoren mit der kompensierten Spannung über der Drosselspule möglich. Die Kombination aus L, R und C wirkt in diesem Fall wie ein rein Ohm'scher Widerstand.

Wie durch die Rechnung nachgewiesen wird, kann man, um eine Kompensation zu erreichen, für R und C (L ist immer gegeben) verschiedene Werte einsetzen. Mit guter Annäherung gilt das Gesetz:

$$R^2 = \frac{L}{C} \quad (1)$$

wenn

$$R = \frac{\omega_1 \cdot L}{n} \quad (2)$$

worin ω_1 die Kreisfrequenz der Grundwelle und $n > 3$. Man wird nun bemüht sein, n so klein wie möglich zu halten, weil sich mit wachsendem n auch die in dem RC-Glied verbrauchte Wirkleistung N_w steigert, was für die Messung ebenfalls unerwünscht sein kann. Bezeichnet man mit N_b die Blindleistung der Drosselspule L, so ergibt sich für N_w

$$N_w = n \cdot N_b \quad (3)$$

Die theoretischen Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, daß eine ausreichende Kompensation für sämtliche Frequenzen eintritt, wenn $n > 3$. Die Experimente zeigen, daß man bei rechteckförmigen Kurven mit n noch weiter heruntergehen kann. In der Versuchsschaltung wurde daher bei konstantem I die Größe von R und C variiert und beobachtet, bei welchen n -Werten noch eine ausreichende Kompensation erreichbar ist. Die Oszillogramme 08 und 12 zeigen Grenzwerte. Die kompensierte und Originalspannung läßt sich hierbei nicht mehr zur Deckung bringen.

Das Gesetz (1) wurde in folgender Weise nachgeprüft: Bei einer ausreichenden Kompensation, wie sie im Oszillogramm beobachtet wurde, wurde aus den eingestellten Werten R und C nach Gl.(1) L_b berechnet. Ein Vergleich des berechneten Wertes mit dem in Abb. 1 dargestellten gemessenen Wert L_g ergibt ein Maß für die Richtigkeit dieses Gesetzes. Es wurde daher das Verhältnis

$$x = \frac{L_g}{L_b} \quad (4)$$

für alle diese Werte ausgerechnet und über den normierten Wert n in Abb. 3 dargestellt. Man sieht, daß das Gesetz von etwa $n = 1,5$ gilt. In Abb. 3 wurden außerdem die Punkte angegeben, bei welchen die beigefügten Oszillogramme aufgenommen wurden. (Abb. 4a, 4b).

Bei der Bemessung der Glieder R und C zum Zwecke einer Kompensierung des Magnetisierungsstromes eines Wandlers geht man daher folgendermaßen vor: Es wird zunächst die Leerlaufinduktivität L des betreffenden Wandlers gemessen. Dann wird überlegt, wie groß das Verhältnis der Verlustleistung N_w (in R) zur Magnetisierungs-Blindleistung sein darf, woraus sich n ergibt. Aus den angegebenen Gleichungen lassen sich dann die Werte für R und C ermitteln.

Jörn 7/2. 49.

Neckeler 5.5.49.

Berlin, den 31.1.1949
F8./Ag.

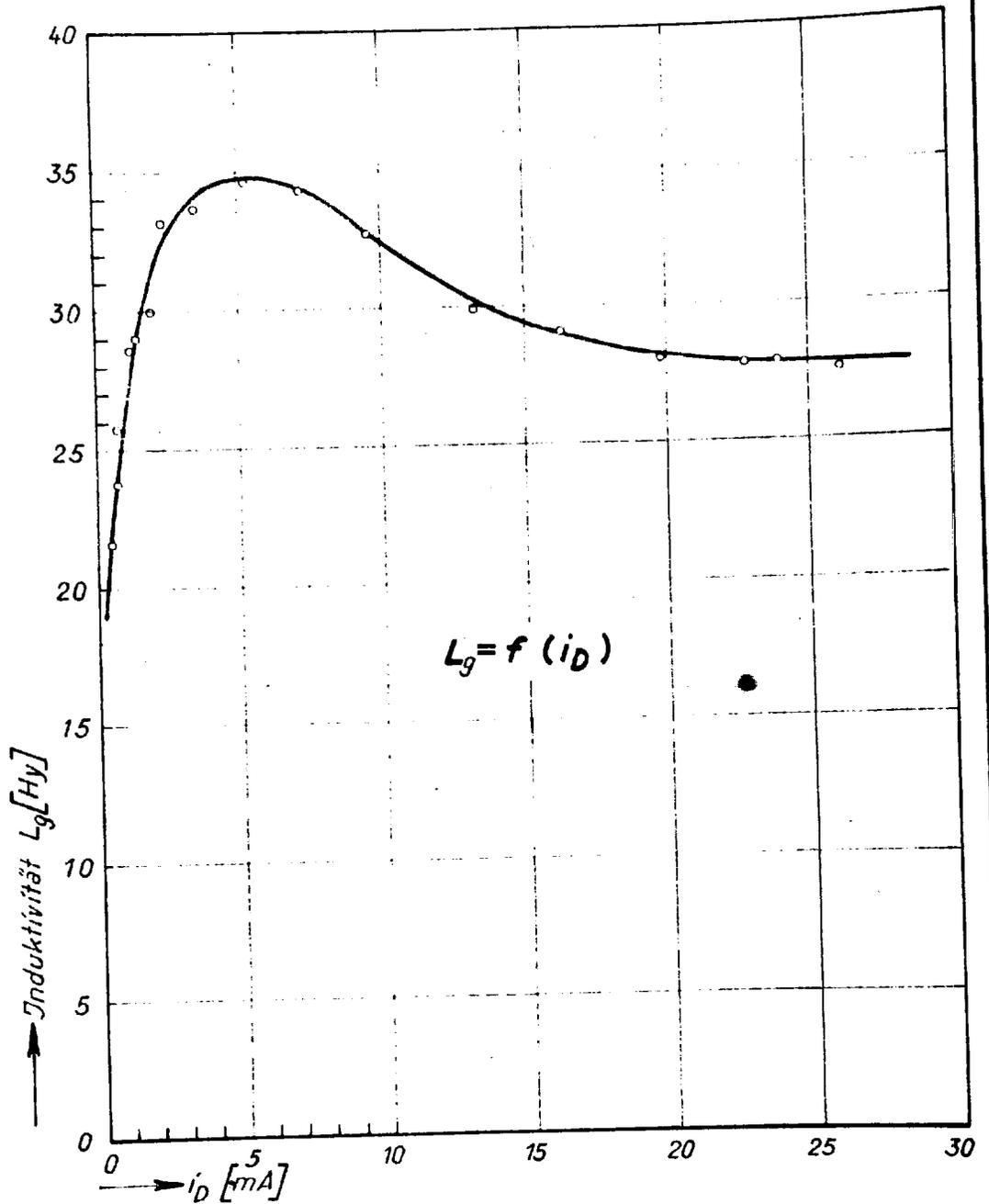


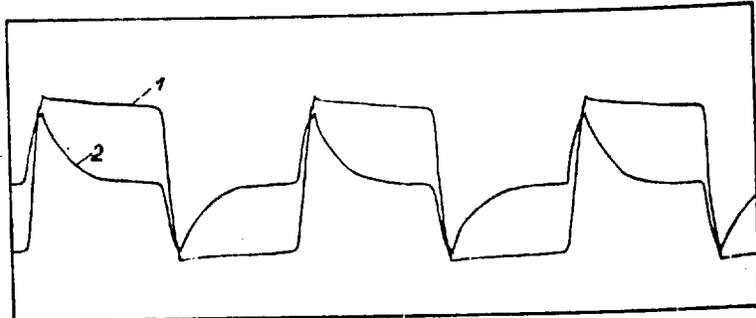
Abb. 1.

Görler - Drossel
D 528

21.149. H.

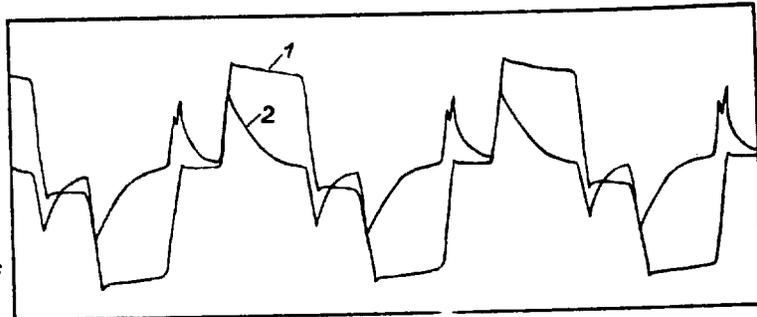
Osz.
09

180°-Blocks
ohne RC



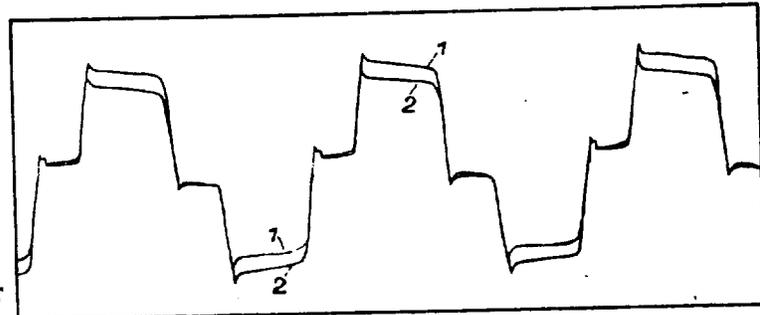
Osz.
10

120°-Blocks
ohne RC



Osz.
11

mit $n = 2,75$



Osz.
12

$n = 1,14$

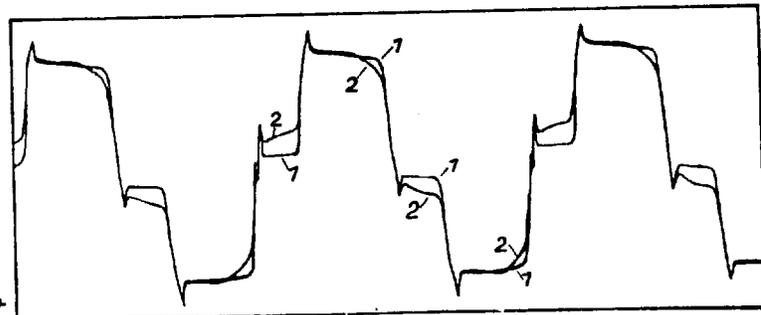


Abb. 4b.)

24.1.49. Hf.



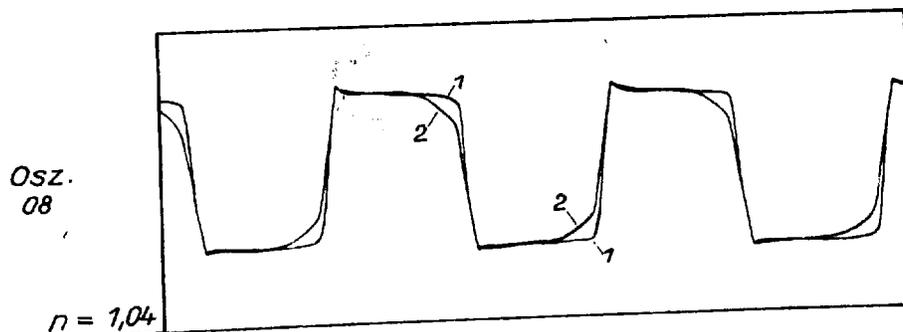
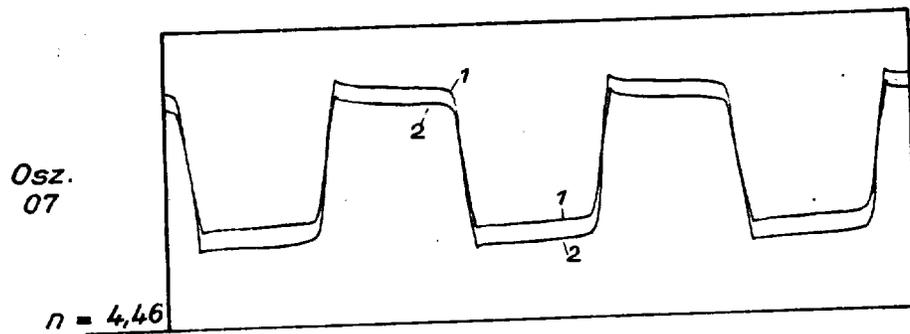
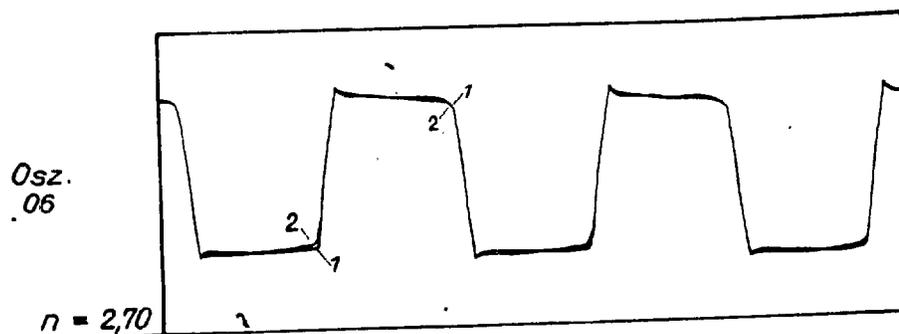
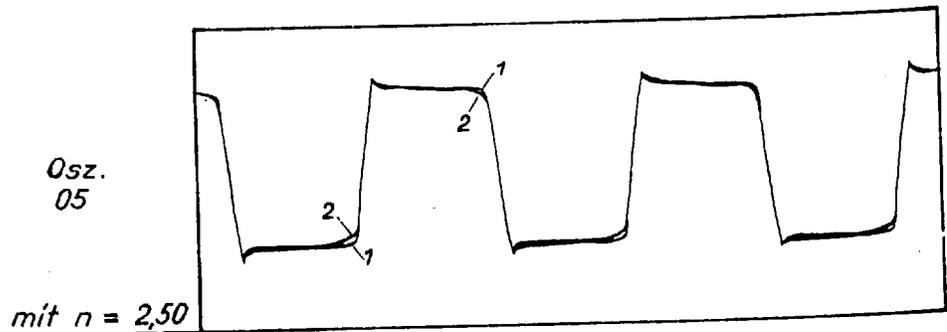
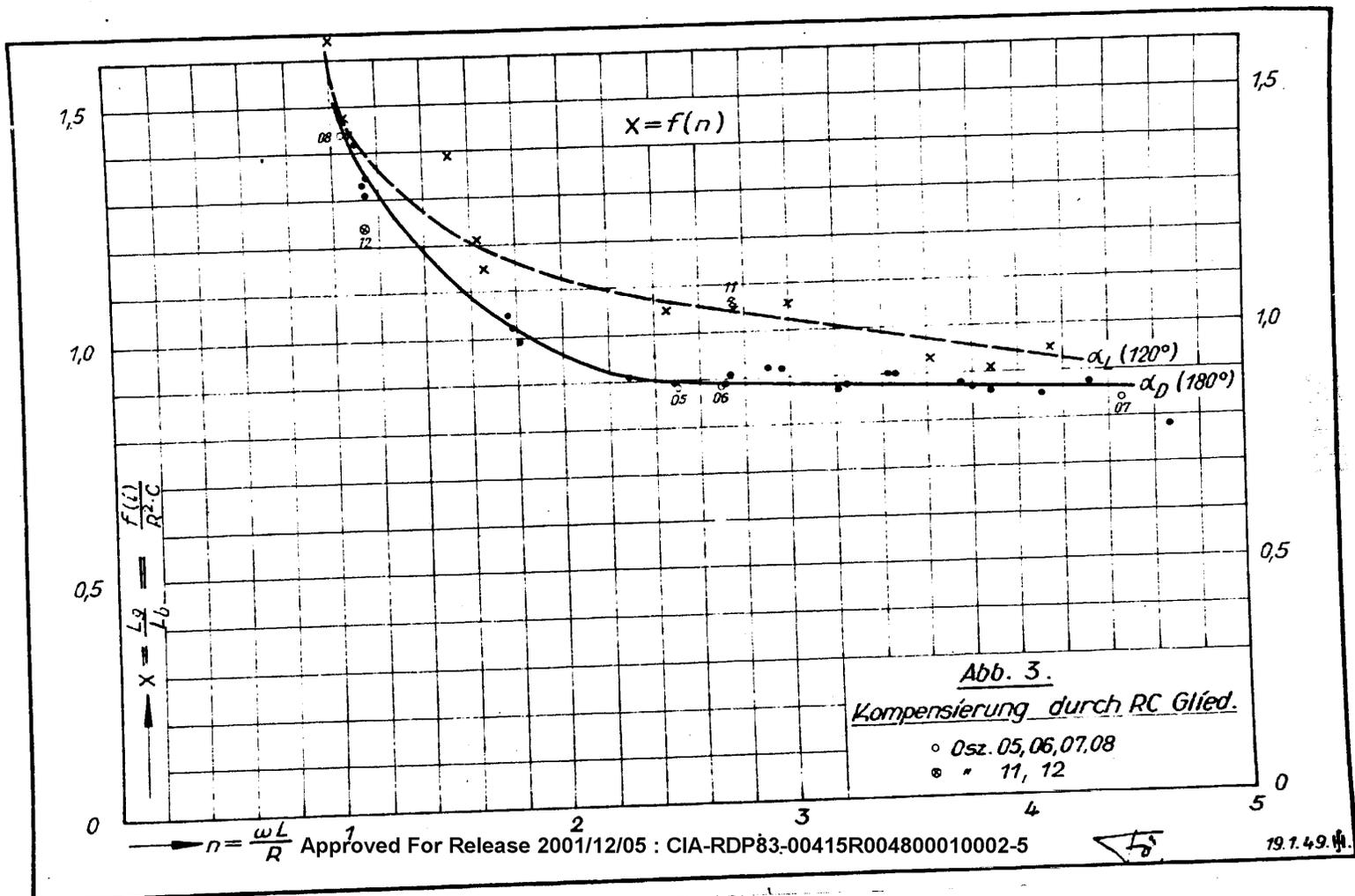


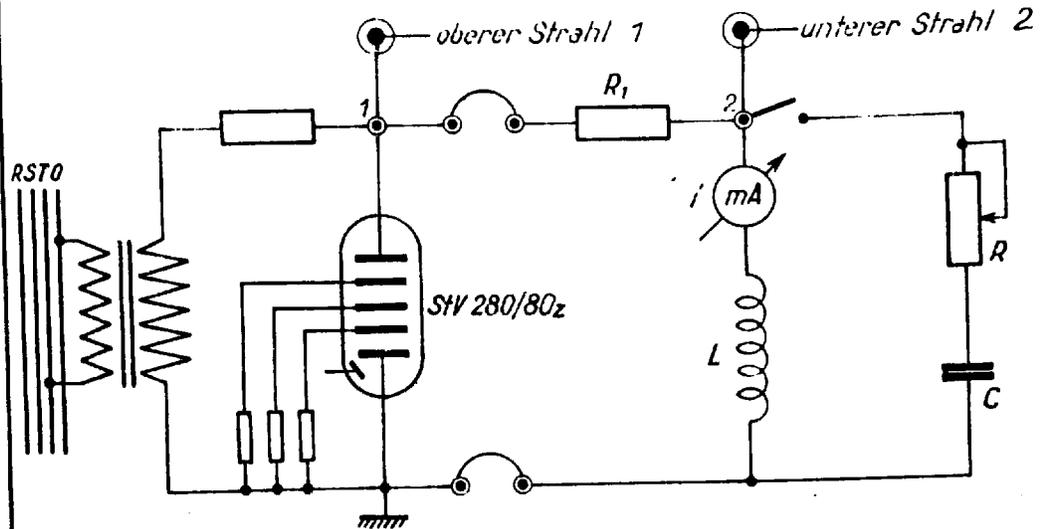
Abb. 4a.)

zu Kennlinie Nr. 120



Schaltung a.) mit 180°-Spannungsblöcken.

zum Oszillograph (Verstärkereingang)



b.) mit 120°-Spannungsblöcken.

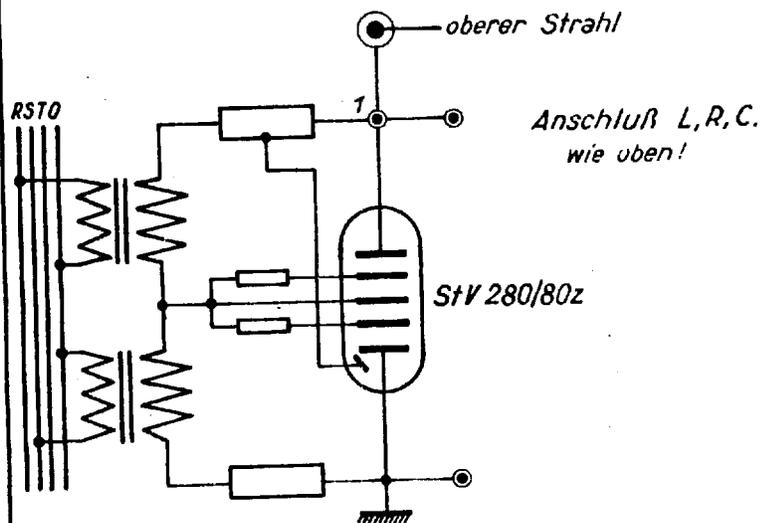


Abb. 2.
Meßschaltung.

Thema: Rückstündungsschutz mit elektromagnetischen Relais.

Anzahl der Textblätter: 10 Verfasser: Dipl.Ing. Jahn

Anzahl der Beilagen : 5

Datum: 30. November 1949.

Fotos : 3

Kurze Inhaltsangabe:

Es werden die Grenzzeiten ermittelt, mit denen elektromagnetische Relais von mitgegebener Ankerform arbeiten können. Aufgrund der gewonnenen Kenntnisse wurde ein Relaisystem mit einem handelsüblichen Magneten gebaut, dessen Ansprechzeit bei einem dreifachen Ansprechstrom kleiner als 0,3 ms ist. Für dieses Relais wird die Schaltung für einen Rückstündungsschutz mit Rückstellung von Hand und einen vollautomatisch-arbeitenden Rückstündungsschutz angegeben.

25X1A



Geschrieben: Durchsicht: Verfasser:
Noack

II

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung	Seite 1 - 2
I. Über die Grenzarbeitszeiten elektromagnetischer Relais	Seite 2 - 6
1.) Relais mit quaderförmigem Anker und geradliniger Bewegung	" 3 - 4
2.) Relais mit quaderförmigem Anker und kreisender Bewegung	" 4 - 6
II. Elektromagnetische Rückzündung	" 6 - 8
III. Gesamtschaltung des Rückzündungsschutzes	" 8 -10

III

Bilderverzeichnis.

Oszillogramme Nr.1-5: Arbeitszeit eines Siemens-Schnellrelais
Type SR 38.

- Bild 1 : Relais mit quaderförmigem Anker und geradliniger
Bewegung.
- Bild 2 : Relais mit quaderförmigem Anker und kreisender
Bewegung.
- Bild 3 : (Foto) Ansicht des Rückstündungsschutz-Relais (ohne
Kappe)
- Bild 4 : Prinzipschaltung der Stromsphäre für den Rückstün-
dungsschutz mit elektromagnetischem Relais.
- Bild 5 : Prinzipschaltung für automatische Rückstellung des
Rückstündungsschutz-Relais.
- Bild 6 : Relaisatz für vollautomatischen Rückstündungsschutz
geschlossen.
- Bild 7 : Relaisatz für vollautomatischen Rückstündungsschutz
geöffnet.

Oszillogramme Nr. 7-11: Arbeitszeit und Kontaktsicherheit des
elektromagnetischen Rückstündungs-Relais.

Rückzündungsschutz mit elektromagnetischen Relais.

Einleitung.

Die Nachteile der Relaisröhren, dass sie nach verhältnismässig kurzer Betriebsdauer ausgewechselt werden müssen, - während welcher Zeit sie bei gut ausgeführter Anlage nur selten zum Arbeiten kommen - ihre Spannungsabhängigkeit ihre Störempfindlichkeit und der höhere Preis führen dazu, dass man immer wieder danach strebt, elektromagnetische Relais an ihrer Stelle zum Einsatz zu bringen. Hierzu muss man die Trägheit der elektromagnetischen Relais bekämpfen und überwinden, was durch eine zweckmässige Ausbildung auch weitgehend gelingt.

Als elektromagnetisches Überstromrelais ist das im Bericht H 23 bereits beschriebene Siemens-Schnellrelais SR 38 bekannt. Dieses Relais erreicht beim achtfachen Ansprechstrom eine Arbeitszeit von 1,65 ms (Oszillogramm 1 bis 5). Es hat einen verhältnismässig schweren Anker, der durch eine starke Rückzugfeder in seiner Ruhelage gehalten wird. Durch kleine Luftspalte wird eine hohe magnetische Kraft und ein kleiner Arbeitsweg erreicht. Die Masse der durch den Anker betätigten Kontakte ist klein gegenüber der Ankermasse und beeinflusst die Ansprechgeschwindigkeit nur wenig. Als Nachteil dieser Konstruktion muss angesprochen werden, dass ein verhältnismässig grosses magnetisches Feld aufgebaut und entgegen der mit der Ankerbewegung wachsenden gegen elektromagnetischen Kraft aufrecht erhalten werden muss. Betrachtet man den Verlauf der magnetischen Kraft und der Rückstellkraft der Feder über den Ankerweg, so ergibt sich, dass in der Ruhelage und für die Ansprecherregung zunächst nur ein geringer Kraftüberschuss vorhanden ist. Dieser steigt über den Ankerweg verhältnismässig wenig an und kann daher auch keine hohe Ankerbeschleunigung hervorrufen. Soll eine kleine Ansprechzeit erreicht werden, muss in erster Linie eine hohe Anfangsbeschleunigung angestrebt werden. Hierzu ist vom Beginn der Ankerbewegung an ein hoher Kraftüberschuss erforderlich. Man baut daher schon seit Jahren Schnellrelais

- 2 -

mit elektromagnetischem Antrieb, bei denen ein Anker von den haltenden Polen abgerissen wird. Diese Anordnung hat den Vorzug, dass die den Anker hemmende Haltekraft ausserordentlich rasch abnimmt und die von einer Feder oder einem zweiten Elektromagneten ausgeübte treibende Kraft voll zur Wirkung kommen lässt, sobald der Anker seine Ruhelage verlassen hat. Diese Wirkung ist besonders stark, wenn das haltende Magnet-System mit einer Polform ausgerüstet ist, die eine geringe Fernwirkung erzielen lässt.

Es ist Aufgabe des ersten Teiles dieses Berichtes, rechnerisch zu klären, welche Grenzarbeitszeiten elektromagnetischer Relais erreichbar sein werden.

Im zweiten Teil ist ein Relais beschrieben, das mit einem serienmässig hergestellten Magnetssystem der Elektro-Apparate-Werke (AFG - AT) hergestellt wurde.

Im dritten Teil wird die Gesamtschaltung eines Rückstromschutzes für Gleichrichter beschrieben.

I. Über die Grenzarbeitszeiten elektromagnetischer Relais.

Es werden 3 verschiedene elektromagnetische Systeme untersucht. Dabei wird vereinfachend vorausgesetzt, dass die Induzierung jedes Systemes über den Ankerweg konstant 12000 Gauss ist. Gleichzeitig ist angenommen, dass die Masse der durch den Anker bewegten Kontakte klein und vernachlässigbar ist gegenüber der Masse des Ankers. In die Rechnung wird also jeweils nur die konstante Induktion 12000 Gauss und die Masse des Ankers eingesetzt. Die Zeitkonstante der elektrischen Kreise bleibt unberücksichtigt, da sie durch hohe Widerstände vor der Erregerspule und im Eisenkreis klein gehalten werden kann.

Für alle zu berechnenden Magnetssysteme wird die Einheitsbreite 1 cm und der Ankerweg 1 mm eingesetzt. Breitere Anker mit breiteren Magneten erreichen die gleichen Ansprechzeiten bei entsprechend grösserem Leistungsbedarf und grösserer Krafterleistung.

- 3 -

- 3 -

Sollen Relaisarbeitszeiten von 1 ms und weniger erreicht werden, so müssen sehr hohe Ankerbeschleunigungen hervorgerufen werden. Sie ergeben sich aus der Formel

$$b = \frac{2s}{t^2}$$

für t =	1	0,6	0,3	0,1	ms
für s =	0,1 mm Ankerweg				
zu b =	200	560	2200	20000	m/s
für s =	0,1 mm Ankerweg				
zu b =	2000	5600	22000	200000	m/s

1.) Relais mit quaderförmigem Anker und geradliniger Bewegung.

Für ein Relais mit Magnetpol und Anker nach Bild 1 sei

- l die Länge des Ankers
- h die Höhe des Ankers
- s die Breite des Luftspaltes
- p die Breite des Poles
- m die Masse des Ankers
- γ das spezifische Gewicht des Ankers
- \mathcal{B} die Induktion im Luftspalt
- P die wirksame magnetische Kraft
- b die Ankerbeschleunigung.

Der Zwischenraum zwischen den Polen sei 10. μ .

Dann wird

$$(1) \quad l = (2p + 10) \cdot s \quad \text{cm}; \quad h = \frac{p}{2} \cdot s \quad \text{cm};$$

$$(2) \quad m = (p^2 + 5p) \cdot s^2 \cdot \gamma \quad \text{g}$$

$$(3) \quad P = \frac{\mathcal{B}^2 \cdot 2p \cdot s}{4\pi} \quad \text{Dyn}$$

$$(4) \quad b = \frac{P}{m} = \frac{\mathcal{B}^2 \cdot 2p \cdot s}{9 \cdot \pi \cdot p \cdot (p+5) \cdot s \cdot \gamma}$$

$$= \frac{\mathcal{B}^2}{4\pi \cdot (p+5) \cdot s \cdot \gamma}$$

Wenn $H = 12000$ Gauss im Luftspalt, so ergibt sich für verschiedene Breiten p, s des Poles

p	5	10	15	20	25	x, s
p, s	0,5	1	1,5	2	2,5	cm
b	6700	10000	13333	16666	20000	ms ⁻²
t	0,55	0,45	0,39	0,35	0,315	s ⁻¹

2.) Relais mit quaderförmigen Anker und kreisender Bewegung.

Ein Relais mit Magnetpol und Anker nach Bild 2, bei welchem der Anker etwa mitten über dem Pol gelagert ist, ergibt nach Einführung der neuen Größen

- a = wirksamer Hebelarm der Magnetkraft
- J_p = Polares Trägheitsmoment des Ankers (in vereinfachter Ausrechnung)
- r = radiale Ankerlänge.

Das polare Trägheitsmoment dieses Ankers ist

$$(5) \quad J_p = \int_{-r}^{+r} r^2 \cdot dr \cdot h \cdot \gamma \quad + r = (1,5 + 10) \cdot p, s$$

$$(6) \quad = \left[\frac{1}{3} \cdot r^3 \cdot \frac{p \cdot s}{2} \cdot \gamma \right] \quad - r = - 0,5 \cdot p, s$$

Die äquivalente Masse für den wirksamen Hebelarm der Magnetkraft ist

$$(7) \quad m^d = \frac{J_p}{a^2}$$

$$(8) \quad = \frac{p}{2} \cdot a^2 \cdot \gamma \cdot \frac{1}{3} \frac{(1,5 p + 10)^3 + 0,5 p^3}{(p + 10)^2}$$

SECRET

H 70

- 5 -

Die wirksame Magnetkraft (des einen Poles) ist

$$(9) \quad P = \frac{\mu^2 \cdot p \cdot s}{8 \pi}$$

(Die Kraftwirkungen des anderen Poles werden vernachlässigt)
Dann wird

$$(10) \quad b = \frac{P}{a^3} = \frac{\mu^2 \cdot p \cdot s \cdot 2 \cdot (p + 10)^2 \cdot 3}{8 \cdot \pi \cdot p \cdot s^2 \cdot [(1,5p + 10)^3 + 10]^3 \cdot p^3}$$

$$= \frac{\mu^2 \cdot 2 \cdot (p + 10)^2 \cdot 3}{8 \cdot \pi \cdot s \cdot [(1,5 + 10)^3 + 0,5 p^3]}$$

Ist der Abstand zwischen den Polen wieder 10.s, so ergibt sich für die Induktion B = 12000 Gauss im Luftspalt und verschiedene Breite p.s des Poles

p =	5	10	15	20	25	x s
p.s =	0,5	1.	1,5	2	2,5	cm
b =	10.800	11.600	16.000	21.000	23.500	ms ⁻²
t =	0,43	0,415	0,355	0,31	0,29	s ⁻³

Die Rechnung zeigt, dass bei 1 mm Ankerhub (und Kontaktweg) Umschlagzeiten von weniger als 0,5 s erreichbar werden und dass ein einseitig-gelagertes Magnetssystem einem zwei-poligeradgeführten überlegen ist. Hierbei ist noch nicht von der Möglichkeit Gebrauch gemacht worden, dass man die Ankerenden abkanten kann, wodurch die Masse und Trägheit weiter vermindert werden.

Es ist nunmehr Aufgabe der Entwicklung, die für die Ankerbewegung erforderliche Kraft raschmöglichst in ihrer vollen Grösse bereitzustellen. Dies wird nach Vorstehendem wesentlich leichter durch das Freigeben einer gespannten Feder durch Entmagnetisieren des Ankers als durch das Aufbauen des erforderlichen Magnetfeldes erreicht.

- 6 -

- 6 -

Beim anziehenden Relais verbleibt stets eine wesentliche Rückstellkraft, die der nützlichen Magnetkraft entgegenwirkt und diese schwächt. Beim abfallenden Anker kann die Haltekraft sehr rasch klein oder zu null gemacht werden, so dass die nützliche Rückstellkraft voll zur Wirkung gelangt.

In den vorstehenden Tabellen sind Grenzwerte der erreichbaren Arbeitszeit ermittelt, die für den Fall gelten, dass durch den Anker keinerlei zusätzliche Masse oder nur ein mit seiner Masse gegenüber dem Anker vernachlässigbares Kontaktsystem bewegt wird.

II. Elektromagnetische Rücksündung.

Es war nun Aufgabe des Berichters, aus vorhandenen Magnetsystemen ein solches auszuwählen, mit welchem sich die vorstehend gewonnenen Ergebnisse bestmöglichst verwirklichen lassen, ohne dass Aufwendungen für neue Magnetschnitte usw. gemacht werden müssen. Es wurde das Magnet-System des Melde-Relais RA 3 der BAW (AEG-AT) gewählt und mit einer starken Rückzugsfeder versehen, die am Anker an einem in einfacher Weise einstellbaren Hebel angreift. (Bild 3) Dieser Hebel besteht aus einem Gewindebolzen, der eine Mutter mit Ringnut trägt. In die Ringnut wird die Feder eingehängt. Durch Verstellen der Hebellänge wird die Rückstellkraft eingestellt. Hiersu wurde ein vorhandenes Kontaktsystem - dasjenige des Zwischenrelais RH 100 - ausgewählt. Die Masse der bewegten Kontakte wurde durch Abfeilen auf kleine Pyramidenform noch verringert. Das Betätigen der Kontakte erfolgt über Quellgummitaste Stifte durch kleine Winkel, die unmittelbar am Anker angeschraubt sind. Bei allen Teilen wurde besonders darauf Bedacht genommen, dass ihre Massen klein blieben.

In dieser Ausführung zieht das Relais bei 600 AW Erregung seinen Anker an und lässt ihn bei 90 AW wieder los.

Das Relais wurde mit 2 Wicklungen versehen, von denen durch die eine die Anzugs- und Halteerregung hervorgerufen wird. Das Relais wird mit 1000 AW zum Anziehen gebracht. Hierauf wird seine Erregung auf 135 AW vermindert. Die zweite Wick-

- 7 -

H 70

- 7 -

lung wurde als Ansprechwicklung ausgebildet. Ihr wird eine der Halteerregung entgegenwirkende Erregung aufgedrückt, die bei 45 AV gerade in der Lage ist, den Anker zum Abfallen zu bringen. Hat dieser seine Ruhestellung verlassen, so nimmt die Feldstärke und damit die magnetische Kraft des Kreises ausserordentlich rasch ab und es kommt alsbald die volle Kraft der Rückstellfeder zur Wirkung. Diese beschleunigt den Anker so hoch, dass bereits nach 0,3 ms ein so grosser Ankerweg zurückgelegt ist, dass damit ein Ruhekontakt geöffnet werden kann. Das Schliessen des Arbeitskontaktes erfolgt 0,6 ms später. Eine prellfreie Arbeitsweise wird einerseits durch die geringe Masse des bewegten Kontaktes und zum anderen durch ausreichendes Durchdrücken des zu schliessenden Kontaktes erreicht. (*Oszillogramm 11*)

Beim Rückzündungsschutz ist es Aufgabe des Relais, die Gitter der Steuerröhren zu sperren. Bei den Röhrenschaltungen wurde hierfür bisher eine Spannungsteilerschaltung angewendet, bei welcher der am negativen Pol liegende Teil des Spannungsteilers kurz geschlossen und dadurch die volle negative Spannung an die Gitter gebracht wird. Diese Schaltart bedingt, dass der volle Kontaktweg vom Relais zurückgelegt werden muss, ehe der Auslöseimpuls zur Wirkung gelangt. Ein rascheres Beeinflussen der Gitter wird erzielt, wenn man die Spannungsteilerschaltung derart ändert, dass das Öffnen des Ruhekkontaktes für die Spannungsänderung an den Gittern ausgenutzt wird. Hierzu ist nur erforderlich, dass der Relaiskontakt in Reihe zu dem am positiven Pol des Spannungsteilers liegenden Widerstandsteil geschaltet wird. Bei dem geringen Strom, mit welchem der Spannungsteiler betrieben wird, reisst der Lichtbogen bereits nach einem Weg von weniger als 0,1 mm mit Sicherheit ab. Der restliche Kontaktweg stellt dann die Spannungsicherheit her, welche für derartige Starkstromanlagen gefordert werden muss. Auf diese Art und Weise gelingt es, die Anwendung der bisher üblichen und in ihren Kontakt- und Isolierstrecken nicht ausreichenden Relais der Schwachstrom-

- 8 -

- 8 -

technik (wie polarisierte oder neutrale Flachrelais) zu vermeiden.

III. Gesamtschaltung des Rückzündungsschutzes.

Für den Rückzündungsschutz vergleicht man den zufließenden Drehstrom mit dem abgegebenen Gleichstrom (Bild 4). Für den Drehstromkreis wird ein verhältnismässig kleiner Gleichstrom über einen 3-phasigen Stromspannungswandler mit nachgeschalteter 3-phasen-Graetzschaltung gewonnen. Der sekundäre Gleichstrom wird über einen Wechselstromhilfskreis aus einem Gleichstromwandler erhalten. Aus den Faktoren für den Mittelwert der 3-phasigen Graetzschaltung und der - für den Gleichstromkreis gewählten - 2-phasigen Graetzschaltung ergibt sich die nachstehende Auslegung der Wandler.

- 9 -

Die Gleichrichtersätze bedeuten für eine von aussen aufgedrückte, im Sinne des Stromflusses gerichtete Spannung einen Kurzschluss. Dies würde bedeuten, dass das Rückzündungsrelais nicht zum Ansprechen kommen kann, wenn nur ein Wandler-System erregt ist. Damit dies vermieden wird, liegt in Reihe zu den Gleichrichtersätzen ein Ohmscher Widerstand, der im Interesse einer kleinen Zeitkonstante der Kreise und mit Rücksicht auf den kleinen Leistungsbedarf des Relais hoch gewählt werden kann und im Beispiel den 10fachen Wert des Widerstandes der Relais-Arbeitspule hat.

Es musste in der Schaltung noch berücksichtigt werden, dass der Strom der 2phasen Graetzschaltung mit jeder Halbwelle auf 0 absinken sucht. Dies würde jeweils für eine kurze Zeit ein Überwiegen der Wirkung des gleichgerichteten Dreiphasenstromes hervorrufen und ein Ansprechen des Relais zulassen. Es muss daher durch einen Kondensator mit vorgeschaltetem Widerstand die Lücke des Gleichstromes ausgeglichen werden. Dies bewirkt eine Änderung der Zeitkonstanten, die durch einen entsprechenden RC-Kreis auch im Drehstromkreis Berücksichtigung finden muss. Da das Relais ausschliesslich auf grosse Überschüsse der Drehstromerregung gegenüber der Gleichstromerregung ansprechen soll, ist es zweckmässig, die normale Gleichstromerregung so auszulegen, dass sie grösser ist, als die Drehstromerregung. Hierdurch wird im Normalbetrieb ein verstärktes Halten erreicht. Schliesslich muss noch Vorsorge getroffen werden, dass nicht - beim Gleichrichter von der Drehstromseite her - eine so grosse negative Auslöserregung auftreten kann, dass der Relaisanker unmagnetisiert und festgehalten oder gar wieder angezogen wird.

Hierzu wird nach der Schaltung (Bild 4) auf der Seite des Drehstromwandlers parallel zur Auslösespule und ihrem Vorwiderstand ein Überspannungsableiter mit Strombegrenzungswiderstand geschaltet, der anspricht und den Stromüberschuss an der Auslösespule vorbereitet, wenn die 5-fache Ansprechspannung überschritten wird. Aus dem gewählten Widerstandsverhältnis des gewählten Widerstandsver-

H 70

- 10 -

Verhältnis $1000:600$ ergibt sich, dass im Beispiel rund $2/3$ des Stromes der Drehstromseite abgeleitet werden können, wodurch der Arbeitsbereich des Relais bis zur 15fachen Ansprechspannung erweitert wird.

Diese Schutzvorrichtung kann nach Bild 5 in einfacher Weise durch ein Zeitrelais und ein Hilfsrelais für vollautomatischen Betrieb ergänzt werden.* Das Zeitrelais hat die Aufgabe, das durch den Rückzündungsstrom zum Abfallen gebrachte Relais nach einer bis 6 oder 20 einstellbaren Zeit zurückzustellen. Das Zeitrelais wird hierzu durch das abfallende Rückzündungsrelais zum Arbeiten gebracht und wieder abgeschaltet. Das zusätzliche Hilfsrelais lässt aber das Freigeben der Gitter durch Schliessen des Spannungsstellerkreises erst zu, wenn das Rückzündungsrelais bereits wieder in seine Arbeitsstellung zurückgegangen ist. Durch diese Schaltart wird erreicht, dass kein Auslöseimpuls (also keine Zündung und Rückzündung) erfolgt und das Relais treffen kann, solange seine Anzugs- und Haltespule vom Kontakt des Zeitrelais her erregt ist. Die erreichten Arbeitszeiten der neuen Relaisanordnung sind in den Oszillogrammen Nummer 7 bis 14 wiedergegeben. Sie zeigen, dass schon beim Ansprechstrom eine Arbeitszeit erreicht wird, die die üblichen Arbeitszeiten elektromechanischer Relais wesentlich unterschreitet. Diese Arbeitszeit von rund 25 ms sinkt sehr rasch ab, sobald nur ein geringer Überschuss der Auslöseerregung auftritt.

Hervorzuheben ist noch, dass das neue Relais nur eine Ansprechleistung von 0,2 W benötigt, so dass sein Leistungsbedarf weit geringer ist als derjenige der bisher angewandten Schnellrelais.

*Bild 5 d. 8